Lane Medical Library

DIE

CONTRACTILEN ZELLEN.

INAUGURAL - DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE.

VORGELEGT

DER HOHEN MEDIZINISCHEN FACULTÄT ZU GÖTTINGEN

VON

HEINRICH PETERMÖLLER

AUS IBURG.

GÖTTINGEN, 1869.

DRUCK DER DIETERICH'SCHEN UNIV.-BUCHDRUCKEREI.

W. FR. KAESTNER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154024_0264

Kein Gegenstand in der mikroskopischen Anatomie hat gewiss mehr Räthselhaftes und Dunkles, und beschäftigte daher mehr die Histologen in den letzten Jahren als die contractilen Zellen, die Eigenschaft derselben Form- und Ortsveränderungen vorzunehmen, mit einem Worte, die sog. vitale Eigenschaft derselben. Es ist daher gewiss nicht uninteressant die verschiedenen Beobachtungen, und die ebenso verschiedenen Ansichten darüber kurz zusammenzustellen. — Nachdem ich die Resultate früherer Forschungen vorausgeschickt haben werde, will ich versuchen, meine eigenen Beobachtungen, ihre Uebereinstimmungen und Abweichungen von jenen, wiederzugeben. — Mein verehrter Lehrer, Herr Professor Dr. W. Krause hatte die Güte, mir in Angabe der hieher gehörigen Literatur und in Beschaffung der betreffenden Untersuchungsobjecte sehr zur Hand zu sein und verfehle ich nicht, ihm dafür meinen Dank auszusprechen.

Aus der grossen Literatur über den vorliegenden Gegenstand verdient unter Anderen an erster Stelle die Arbeit von F. v. Reeklinghausen „Ueber Eiter- und Binde-

gewebskörperchen“*) genannt zu werden, da er der Erste war, der sich eingehender mit der schon zahlreichen Beobachtern bekannten Contractilität der Zellen beschäftigte und in vielen Beziehungen die Sache aufgeklärt hat**)

Er geht von der Untersuchung der sogenannten Eiterkörperchen ein Humor agneus des entzündeten Froschauges aus und findet sie darin nicht mit rundem scharfen Contur, sondern zackig. Sie zeigen eine lebhafte Formveränderung, welche in folgender Weise vor sich geht. Indem die Zelle homogme feinglänzende Fortsätze ausschickt, schiebt sich an ihnen die Substanz der Zelle empor. Die Fortsätze werden an ihrem peripheren Ende rundlich, oder jeder einzelne Fortsatz sendet mehere secundäre aus. Sie beginnen als kleine Knöpfchen. Oft entstehen mehere nebeneinander parallel, oder nach verschiedenen Richtungen hin verlaufend, so dass die Zelle mit ihren Ausläufern das Bild eines Morgensterns gewährt. Die einzelnen Fortsätze sind häufig stark verästelt und bilden dann ein dichtes Flechtwerk. Benachbarte Fortsätze verschmelzen entweder mit einander, oder sie sinken bald nach der Austreckung in den Zellenkörper zurück. Im frischen Zustande lässt sich in den einzelnen Zellen kein Kern erkennen, sondern erst nach Zusatz von Rengentien. Aber die Anwendung von sonst für indifferent geltenden Flüssigkeiten hebt die bestehende Formveränderung der Zellen sofort auf. Einen ebenso nachtheiligen Einfluss üben Druck und Verdunstung

*) Archiv für pathologische Anatomie Bd. 28. S. 157.

**) Siehe Kölliker, Gewebelehre 1867. S. 41.

auf die Erscheinung aus. Im Innern der Zellen finden sich dunkle, starkglänzende Körperchen, welche bei genauer Beobachtung allmählich ihre Stellung zu einander ändern. Die Ursache der Bewegung, das Ausschicken und Wiedereinziehen von Fortsätzen, der Uebergang von einer Form in mehere andre [lies zur ursprünglichen] so wie auch der Umstand, dass die geringsten Veränderungen des Menitrunu die Bewegungen der Körperchen sofort sistiren, sprechen auf das deutlichste dafür.

Auch die Eiterkörperchen des Menschen, mit verdünntem, natürtlichem Transsudate untersucht, zeigen dieselben spontanen Bewegungen, die sogar am siebten Tage noch wahrgenommen wurden. Bei diesen Eiterkörperchen aber tritt noch eine andere Erscheinung auf, welche denen des Humor aqueus gänzlich mangelte, nämlich die sogenannte Molekularbewegung, welche grade an den Stellen einer Zelle am lebhaftesten ist, wo sich ein Ausläufer bilden will. In die äusserste Spitze des Fortsatzes rückt die tanzende Körpergruppe nicht vor.

Ebenso findet man bei den Säugethieren dieselben Formveränderungen der Eiter- oder Lymphzellen. Die Eiter- und Schleimkörperchen bei Säugethieren haben demnach contractile Eigenschaften. Sie zeigen eine doppelte Bewegung: Formveränderung und Molekularbewegung.

Aber nicht nur in einem flüssigen Menstruum verändern die Eiterkörperchen ihre Form, sondern auch in Bindegewebe eingebettet zeigen sie diese Erscheinungen, wie man an Stücken einer entzündeten Hornhaut beobachten kann; ebenso im entzündeten Netze des Kaninchens.

Das normale Bindegewebe zeigt ähnliche Eigenschaften in Bezug auf bewegliche Körperchen. Untersucht man einen Flächenschnitt von der Hornhaut des Frosches mit Zusatz von Humor aqueus so nimmt man in der Substanz derselben längere und kürzere, gestreckte, spindelförmige Figuren wahr, die ein abgestumpftes und ein zugespitztes Ende haben. Letzteres theilt sich öfter in zwei, drei und mehere Spitzen, woran sich die ganze Masse des Körperchens emporschiebt. Oft verschmelzen jedoch diese spitzen Fortsätze zu einem einzigen, und es treten an einer anderen Stelle der spindelförmigen Figur ebenso viele und mehre Fortsätze wieder auf. Hierdurch kommt ein Wandern dieser Körperchen zu Stande, eine Eigenschaft, welche den Eiterkörperchen weniger eigen war. Das Fortrücken geschieht immer in der Richtung der ausgeschickten Fortsätze. Der zurückgelegte Weg ist ein gebogener und so beträchtlich, dass man ein Körperchen auf diese Weise in einer halben Stunde ein ganzes Gesichtsfeld durchwandern sehen kann. Dagegen nimmt man aber keine Gestaltveränderungen der Hornhautkörperchen wahr. An letzteren finden die wandernden Körperchen manchmal Hindernisse auf ihrem Wege, indem sie zwischen zwei Fortsätze derselben gerathen. Es scheinen demnach in der Hornhaut Röhren zu existiren, die mit Flüssigkeit gefüllt sind, und in Zusammenhang stehen mit den Räumen in welchen die Hornhautkörperchen eingeschlossen liegen. Es bleibt immerhin noch zweifelhaft, ob auch schon im Leben des Thieres die Wanderungen der oben beschriebenen Körperchen vor sich gehen, da man immer erst einige Zeit warten muss,

bis die Bewegung in dem Praeparate beginnt. Doch wird dieser Zweifel gehoben, wenn man dieselben Bewegungen an rundlichen Zellen mit kurzen Ausläufen, neben unbeweglichen, länglichen, ramificirten Figuren im Schwanze der Batrachierlarve beobachtet. Da die lebenden Bewegung dieser Zellen im lebenden Thiere stattfindet, während die Circulation des Blutes noch im Gange ist, so folgt daraus, dass die genannten Eigenschaften der Zellen zu den Lebenserscheinungen des Thieres zu rechnen sind.

Wer das Verhältniss der beweglichen zu den unbeweglichen Körperchen anbetrifft, so muss noch bemerkt werden, dass erstere durch Entzündung, die man mittelst Aetzung der Hornhaut hervorbringt, an Zahl zunehmen. Es fragt sich nun noch, wie man diese zwei Arten Körperchen deuten soll. Sind die beweglichen Uebergänge aus den unbeweglichen; oder werden die beweglichen durch Entzündung aus den unbeweglichen hervorgebracht? diese Frage lässt sich noch nicht entscheiden, obschon es sehr plausibel erscheint, einen solchen Uebergang anzunehmen. Denn nach eingetretener Entzündung nimmt man nicht nur verminderte unbewegliche Körperchen wahr, sondern neben diesen noch zwei Arten, die sich in der normalen Hornhaut nicht vorfinden; nämlich solche die sich sehr langsam bewegen, aber bedeutend grösser sind als die gewöhnlichen, und solche, die sich durch das spärlichere Vorkommen der Fortsätze und ihre Spindelform auszeichnen. Ausserdem kann man in vielen sternförmigen Körperchen nach der Entzündung glänzende Kügelchen angehäuft sehen, die bei genauer Fixirung ihre Lage zu ein-

ander wechseln. Doch liegt in alle diesem noch kein strenger Beweis für das Entstehen der einen aus den andern.

In einer Arbeit von Kühne*) werden ganz dieselben Erscheinungen beschrieben. In dem intramuskulösem Bindegewebe des Frosches sind drei Arten von zelligen Elementen enthalten: 1. Klümpchen feinkörniger Massen mit einer wechselnden Zahl von Ausläufern, deren Länge ca. zwei bis dreimal den längsten Durchmesser der Hauptmasse beträgt. Oder es zeigen sich nicht so lange, aber desto zahlreichere Ausläufer, so dass es den Anschein gewinnt, als ob das Körperchen aus einer nach allen Richtungen hin gleichmässig ausstrahlenden Substanz bestände. Viele dieser Körperchen liegen vereinzelt in der Grundsubstanz; ebenso viele aber sind durch die genannten Ausläufer mit einander verbunden. 2. Anhäufungen körniger Massen, welche deutlicher begränzt sind als die erste Art, weniger Ausläufer zeigen und mit einem bläschenartigen Kerne versehen sind. Letzterer hat doppelte Contouren und ein Kernkörperchen. Auch diese Gebilde können mit einander in Verbindung stehen. 3. Grobkörnige Massen, die zu längeren oder kürzeren Strängen nach einer Richtung hin angeordnet sind. Viele zeigen einen Kern, andere statt dessen, einen hellen Hof. Diese Formen darf man mit Recht Zellen nennen. Sie sind allerdings in ihrer Gestalt von den bekannten Bindegewebskörperchen sehr

*) Untersuchungen über des Protoplasma und die Contractilität. 1864. S. 109 ff.

verschieden, ein Umstand, der sich aber leicht aufklärt, wenn man bedenkt, wie ungemein die Zellen durch Absterben und Zusatz unzulässiger Flüssigkeiten verändert werden. An eilig, aber mit Sorgfalt hergestellten Praeparaten findet man nicht die gewöhnlich beschriebenen Formen der Bindegewebskörperchen. Sie besitzen ein contractiles Protoplasma. Nach 10—15 Minuten beginnen die Bewegungen, und zwar am deutlichsten an der ersten Art, welche viele feine Ausläufer besitzt. An einer Stelle des Randes entstehen pinselförmige Fortsätze; dann erfolgt ein Herumwälzen des ganzen Protoplasma, wahrscheinlich um der Kern. Die Masse schiebt sich an den ausgeschikten Fortsätzen empor, und die feinsten Ausläufer sieht man oft zu einem einzigen Aste verschmelzen. Die Bewegungen gehen ungemein langsam vor sich, wobei sich bisweilen zwei Zellen zu einer einzigen verbinden. Dann hört die Bewegung gänzlich auf. Einmal sah Kühne die Verbindung zweier Zellen wieder zerreissen. Bei alle diesen Bewegungserscheinungen nimmt man aber keine Molekularbewegung wahr. Nur die zuletzt genannte Form hat kein bewegliches Protoplasma, wogegen die beiden ersten Arten in ihren Bewegungen keinen Unterschied zeigen. Nach ungefähr zwei Stunden tritt Ruhe ein. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass die Bewegung durch mechanische Eingriffe sich wieder herstellen lässt.

Diese Bindegewebszellen besitzen keine Membran, wofür das Verschmelzen der Zellen mit einander den deutlichsten Beweis liefert. Ueberhaupt hat man sich ja gewöhnt, diejenigen Zellen für membranlos zu halten, deren

Kontouren auffallende Veränderungen zeigen. Oft gewinnt es den Anschein, als ob eine Membran existire, namentlich auf Zusatz von Acid. acet. dilut. Der so gebildete Kontour ist aber nicht der Ausdruck einer Membran, sondern der eines Hofes um die Zelle. In Bezug auf die Beweglichkeit der Zellen ist noch zu bemerken, dass sie sich nur an Praeparaten erhält, die in Serum untersucht werden. Das Aufhören der Bewegung ist vielleicht durch einen Gerinnungsact des Zelleninhaltes zu erklären, wie man ihn an gelatinirendem Leim beobachtet.

Ein anderer Aufsatz von demselben Verfasser enthält die Beschreibung der eigenthümlichen Verhältnisse in Bezug auf die Form und Bewegungen der Hornhautzellen. Er untersucht die frische Hornhaut des Frosches mit Zusatz von Humor aqueus und erhielt dann ein anderes Bild von den Zellen als das der gewöhnlichen Beschreibung. Das ganz frische Praeparat zeigt statt der gewohnten sternförmigen, mit einem Kerne versehenen Figuren, längliche, geschlängelte, mattglänzende Körper in der verschiedensten Lage. Sehr selten sind diese Streifen feinkörnig, haben aber meistens schmälere, parallel verlaufende Linien neben sich, die oft noch durch einen feinen quer verlaufenden Faden mit ihnen verbunden sind. Hebt man ein Praeparat vor Verdunstung geschützt zwei bis drei Stunden lang auf und untersucht dann die Hornhautzellen, so sieht man jetzt die bekannten sternförmigen Zellen, aber nicht deren Kerne, dessen Umrisse nur zuweilen durch des Protoplasma hindurchschimmern, dessen Gegenwart

jedoch durch das meistentheils unverhüllte Kernkörperchen bewiesen wird. — Es stellt sich also in den beiden Praeparaten ein verschiedenes Ansehen der Hornhautkörperchen dar, und dies beruht auf einer allmählich vor sich gehenden spontanen Bewegung des Protoplasma derselben, einer ganz ähnlichen Bewegung, wie sie v. Recklinghausen zuerst beschrieben hat. Um diese Bewegung aber wahrzunehmen, muss man das Praeparat vor Verdunstung geschützt untersuchen. Sie geht ungemein langsam von Statten, und man kann im allgemeinen sagen, dass sie darauf hinzielt den geschlängelten, spindelförmigen Körperchen die sternförmige Gestalt wiederzugeben. Dann in einem ganz frischen und möglichst rasch unter das Microscop gebrachten Praeparate findet man die Zellen sternförmig, voraus folgt, dass sie diese Form auch im Leben des Thieres haben. Aber mechanische Reize, wie sie bei der Zubereitung eines Praeparates nicht ausbleiben können, modificiren die ursprüngliche Form, ebenso eine andere Zusatzflüssigkeit, als der Humor aqueus.

Merkwürdiger Weise kann man durch mechanische Reizung des Praeparates auch die Sternform in die geschlängelte Spindelform umwandeln, und zwar sehr rasch, wärend die entgegengesetzte Umwandlung ungemein langsam von Statten geht. Die Spindelform wird durch Reizung mit Inductionsschlägen sehr wenig verändert, während die Sternform dadurch sehr bald in die erstere übergeführt wird. Die Zellen nehmen dadurch an Dicke zu, was durch die dunklere Farbe und den stärkeren Glanz derselben nach der Reizung bewiesen wird. Die sternförmigen Zellen

sind durch Ausläufer mit einander verbunden und ein System von Menschen, das durch die Ausläufer des Protoplasma gebildet wird, umgiebt die Zellen, wodurch die Bewegung sich sehr eigenthümlich gestaltet. Es verändert sich nicht nur die Hauptmasse der Zelle, sondern es schiebt sich ein Theil des Protoplasma in einen oder mehere Ausläufer hinein wodurch dann andre in der Nähe befindliche Fortsätze verschwinden, ein Umstand der für das Vorhandensein meherer Contractionscentra der Zelle sprechen würde.

Es bilden sich also mehere Anhäufung von Protoplasma deren Verbindung mit der Hauptmasse aber nicht immer in die Augen fällt. Deshalb ist es leicht möglich, dass die Reizung des Praeparates ein Zerfallen des Protoplasma in mehere Abtheilungen bedingt, deren eine nur dann natürlich den Kern in sich bergen muss. Hält man mit der Reizung inne, so findet eine Rückkehr in die Sternform statt, aber wie erwähnt, ungemein langsam.

Der Zellenkern scheint weich zu sein und die Contraction der ganzen Zelle zu theilen, da man ihn selten die Seitenränder des Zellprotoplasma hervorwölben sieht.

Die Bewegung beginnt in dem Momente, wo der Schliessungsapparat einfällt, dauert aber länger als die Reizung anhällt. Auf einen Inductionsschlag verharrt das Protoplasma in einem mittleren Contractionszustande und kehrt dann bald zur Sternform zurück. Die beschriebenen Bewegungen können bei niederer Temperatur bis zu 24 Stunden lang beobachtet werden; bei höherer Temperatur nur 3—4 Stunden.

Nachdem ich nun das Wesentlichste der Beobachtungen

von v. Recklinghausen und Kühne über die Contractilität der Lymph- und Bindegewebskörperchen vorausgeschickt habe, will ich versuchen in aller Kürze diejenigen Thatsachen wiederzugeben, die ich selbst an sehr vielen Praeparaten über denselben Gegenstand habe constatiren können.

Zur Beobachtung der betreffenden Erscheinungen möchte auch ich zunächst den Humor aqueus des entzündeten Froschauges. Um die Entzündung hervorzurufen bediente ich mich des Höllensteinstiftes, der, einige Secunden lang auf die Mitte der von der Membrana nictitans entblössten Hornhaut gesetzt, sofort eine bedeutende Trübung des Hornhautcentrums hervorruft. Um eine noch stärkere Entzündung zu veranlassen legte ich durch die Rückenhaut des Frosches einen Faden, und liess das Thier in diesem Zustande 24 Stunden lang verharren. Der sodann mittelst eines Einstichs mit der Nadel entleerte Humor aqueus zeigte eine sehr trübe Beschaffenheit, welcher von zahlreichen drin enthaltenen Lymph- oder Eiterkörperchen herrührt. Zur Aufsuchung dieser Gebilde bedient man sich am zweckmässigsten einer Vergrösserung von 250—300, und untersucht ohne jeglichen Zusatz, wobei aber möglichst dünne Deckgläschen anzuwenden sind. Die zu unserm Zweck noch brauchbaren Lymphkörperchen sind dunkel granulirt, mit einem scharfen Contour versehen; die blassen Zellen hingegen sind durch Druck oder irgend eine andere Ursache schon abgestorben. Hat man ein brauchbares Object aufgefunden, so wendet man eine stärkere Vergrösserung an (bis 800, Immersionssystem). Man beobachtet dann

leicht an ein und demselben Lymphkörperchen in kurzer Zeit eine Menge Formveränderungen.

Ein nicht minder günstiges Object zur Untersuchung bietet der durchsichtige Schwanz der noch lebenden Froschlarve dar. Da aber das Thier, direct unter das Microscop gebracht, durch seine unruhigen Bewegungen die Beobachtungen ungemein erschweren würde, so bedient man sich mit Vortheil eines bekanntlich eigens zu diesem Zwecke von F. E. Schulze angegebenen Objectglases. In diesem Behälter liegt das Thier ganz ruhig. Man wählt zur Beobachtung ein Lymphkörperchen, das in der Nähe eines Blutgefässes gelegen ist. — Auch die Zellen aus dem (entzündeten) Lymphsacke des Frosches, aus der Nachbarschaft des eingelegten Fadens eignen sich sehr gut zu unseren Untersuchungen.

Was nun zuerst die Formveränderungen anbetrifft, so wurde an noch unverletzten Zellen bei sehr starker Vergrösserung eine ungemein lebhafte Bewegung wahrgenommen, die durch das Ausschicken von einem oder meheren Fortsätzen nach dieser oder jener Richtung hin, wobei jedoch immer eine die vorherrschende war, zu Stande kam. In den meisten Fällen wurde nur ein Fortsatz ausgeschickt, selten zwei oder drei zugleich. Dieser Vorgang gewährt einen eigenthümlichen Anblick. Zuerst bemerkte man an irgend einem Puncte der Peripherie einer Zelle ein Ausziehen einer ganz blassen Substanz, und dann, nach einer kleinen Pause, ein Nachschiessen des dunkel granulirten Zelleninhaltes in den hellen Fortsatz. Niemals aber habe ich mehr als drei Fortsätze zugleich ausgestreckt sehen

können, ebenso niemals eine netzförmige Verbindung der einzelnen Fortsätze unter einander beobachtet. Die Ausläufer boten sich mir weder jemals als feine Linien dar, noch zu Büscheln angeordnet, vielmehr waren sie immer mehr weniger stumpf, kegelförmig, seltener spitz; wie auch überhaupt sehr selten eine nur annähernd sternförmige Figur resultirte.

Während der Formveränderungen eines Lymphkörperchens waren die dunklen, glänzenden Körnchen des Inhaltes in einer beständigen, an allen Punkten der Zelle gleichmässig lebhaften Bewegung. (Molekularbewegung). Nachdem ein Theil dieser Körperchen in den Ausläufer hineingerückt war und diesen vollständig ausgefüllt hatte, blieb der von ihnen verlassene Theil der Zelle noch eine geringe Weile als ein blasser noch mit viel feineren Körnchen gefüllter, aber mit scharfen Contouren von der Umgebung abgegränzter Raum bestehen, der sich dann langsam den vorgerückten Theile der Zelle näherte. Bei den meisten Zellen ging die Formveränderung sehr rasch von Statten, so dass während einer Minute zehn bis fünfzehn verschiedene Formen zum Vorschein kamen.

Um die Ortsveränderungen der Lymphkörperchen zu studieren, konnte man natürlich nicht den Humor aqueus benutzen, da äussere Einflüsse das Fortschwimmen der einzelnen Zellen sehr begünstigt haben würden. Zum Zwecke dieser Untersuchung wurde der Schwanz der lebenden Froschlarve gewählt, und in den oben erwähnten Objectglase untersucht. Neben der lebhaftesten Formveränderung konnte nicht an allen Zellen eine Ortsveränderung consta-

tirt werden. Man wählt am besten ein Lymphenkörperchen in der Nähe eines noch mit regelmässig circulierendem Blute gefüllten Gefässes. An meheren Zellen habe ich ein Fortrücken von der Stelle mit Sicherheit beobachtet. Die Ortsveränderung ging zwar ungemein langsam vor sich und öfters setzte sie eine Weile lang ganz aus. So legten mehere Zellen, nach einer je ungefähr zwanzig Minuten langer, unausgesetzten Beobachtung, einen Weg von nur vier bis sechs ihrer Durchmesserlängen zurück. Der Weg war ein bogenförmiger und das Fortrücken erfolgte jedesmal in der Richtung der ausgeschickten Fortsätze. Je länger man beobachtet, desto langsamer werden die Bewegungen, weil das Blut in den Gefässen durch das Absterben des Thieres allmählich zum Stillstand gebracht wird.

Noch möge bemerkt werden, dass ganz junge Thiere die beschriebenen Erscheinungen am besten wahrnehmen lassen. Äusseren Einflüsse, wie Verdunstung u. a. m. können natürlich unter diesen Umständen auf die Zellen im Innern des Schwanzes nicht einwirken, und wenn das Thier auch mitunter den Schwanz schüttelt, so werden freilich die Zellen auf die Dauer des Schüttelns aus ihrer Lage gebracht, da sie in einem weichen, gelatinösem Gewebe eingebettet liegen; sie gleiten aber sofort unverändert dahin zurück, was sich durch die gleichzeitige Beobachtungen eines in der Nähe befindlichen Gefässes oder dergleichen leicht nachweisen lässt. Die Lymphenzellen zeigen nach allem Vorhergehenden contractile Eigenschaften; sie zeigen im Innern molekulare Bewegungen, schicken Fortsätze aus zum Zwecke der Bewegung ihrer ganzen

Masse, wodurch ein Fortrücken der Zelle als Ganzes von ihrer ursprünglichen Stelle zu Stande kommt. Es liegt nun die Frage nahe, wie man diese Bewegungserscheinungen erklären soll. Sind sie schon in lebenden Körper vorhanden, oder werden sie erst durch äussere Einflüsse hervorgerufen? Letzteres könnte allerdings wohl behauptet werden von solchen Zellen, die aus dem lebenden Körper entfernt zur Untersuchung gelangen, obschon die Eigenthümlichkeit ihrer Bewegungen, das regelmässige, typische Aussenden von Fortsätzen gegen einen zufälligen äusseren Einfluss sprechen würden. Ganz gewiss aber ist dieser Einwand zurückzuweisen bei den Bewegungen der Zellen, die im lebenden Thiere, im Schwanz der Froschlarve beobachtet werden. Die Ursache der Bewegungen muss also in ihnen selbst gelegen sein, mit anderen Worten, sie haben einen contractilen Zellenkörper.